

11. Metakovsky E.V. Genetic diversity of French common wheat germplasm based on gliadin alleles. Theor. Appl. Genet. 1998. V. 96. pp. 209–218

12. McIntosh R.A., Hart G.E., Devos K.M., Gale M.D., Rogers W.J. Catalogue of gene symbols for wheat. In: Proc. 9-th International Wheat Genetics Symposium Canada. Saskatoon. 1998. pp. 108–113

УДК 631.517

DOI: 10.34655/bgsha.2021.62.1.002

А.А. Денисов, А.С. Моторин

ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ НА ПЕСЧАНЫХ ГРУНТАХ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОТУНДРОВОЙ ЗОНЫ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Ключевые слова: влажность, многолетние травы, осадки, мерзлота, песчаный грунт, торф.

Полевой опыт по изучению влажности песчаного грунта заложен на карьере, расположенном в лесотундровой зоне Ямало-Ненецкого автономного округа. Известно, что многолетние травы предъявляют повышенные требования к влажности почвы в течение всего вегетационного периода. В связи с этим изложены результаты многолетних (2016-2018 гг.) исследований влажности песчаных грунтов в лесотундровой зоне при внесении различных норм торфа. Показано, что наличие вечной мерзлоты на небольшой глубине от поверхности накладывает отпечаток на характер формирования влажности грунта. При близком залегании мерзлоты к поверхности влажность грунтов изменяется от переувлажнения в ранневесенний и осенний периоды до острого дефицита летом (около 0,2-0,3 НВ). Неустойчивость режима влажности исследуемых песчаных грунтов во многом обусловлена низкой влагоемкостью из-за легкого гранулометрического состава. Влажность песчаных грунтов в значительной степени зависит от количества осадков в течение вегетационного периода. При отсутствии осадков многолетние травы частично обеспечиваются влагой, поступающей от таяния мерзлой толщи. Под многолетними травами в корнеобитаемом слое практически всегда сохраняется высокая емкость поглощения осадков (15-25 мм), поэтому под ними не бывает длительного переувлажнения. Увеличение нормы внесения торфа в песчаный грунт с 500 до 1000 м³/га повышает запасы влаги в слое 0-40 см на 10,5 мм (27,9 %). Максимальная прибавка запасов влаги 13,7 мм получена в год наибольшего выпадения осадков (2016 г.), что подтверждает высокую влагоемкость торфа.

A. A. Denisov, A. S. Motorin

MOISTURE PROVISION OF PERENNIAL GRASSES ON SANDY SOILS IN THE TUNDRA FOREST BELT OF THE FAR NORTH

Keywords: humidity, perennial grasses, precipitation, permafrost, sandy soil, peat.

Field experience in studying the moisture content of sandy soil was established at a quarry located in the tundra forest belt of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug. It is known that perennial grasses have increased requirements for soil moisture during the entire growing season. In this regard, the results of long-term (2016-2018) studies of the humidity of sandy soils in the forest-tundra zone with the introduction of various peat standards are presented. It is shown that the presence of permafrost at a shallow depth from the surface leaves an imprint on the nature of the formation of soil moisture. When the permafrost is close to the surface, the soil moisture varies from waterlogging in the early spring and autumn periods to acute deficiency in the summer (about 0.2-0.3 HB). The instability of the humidity regime of the studied sandy soils is largely due to the low moisture capacity due to the light granulometric composition. The humidity of sandy soils

largely depends on the amount of precipitation during the growing season. In the absence of precipitation, perennial grasses are partially provided with moisture coming from the melting of the frozen layer. Under perennial grasses in the root layer, a high precipitation absorption capacity (15-25 mm) is almost always preserved, so there is no long-term waterlogging under them. An increase in the rate of peat application in sandy soil from 500 to 1000 m³ / ha increases the moisture reserves in the layer of 0-40 cm by 10.5 mm (27.9 %). The maximum increase in moisture reserves of 13.7 mm was obtained in the year of the greatest precipitation (2016), which confirms the high moisture capacity of peat.

Денисов Александр Анатольевич, старший преподаватель, e-mail: denisovaa@gausz.ru
Alexander A. Denisov, Senior Lecturer, e-mail: denisovaa@gausz.ru

Моторин Александр Севостьянович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Alexander S. Motorin, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», Тюмень, Россия

Northern Trans-Ural State Agricultural University, Tyumen, Russia

Введение. Вода, в зависимости от ее содержания в почве, обладает различной подвижностью и разной степенью доступности растениям. Чем ближе это содержание к той системе влажности, которая требуется при известных условиях климата и свойствах почвы для роста данного растения, тем выше его урожайность [3]. Для всходов и первоначального развития сельскохозяйственных культур, пока не окрепла их корневая система, содержание влаги в почве должно быть выше, чем для хорошо развитых, имеющих мощную корневую систему [23]. Говоря о неодинаковой потребности во влаге, имеется в виду и то, что эти различия тесно связаны с разными требованиями их к воздушному режиму [15].

Величина оптимальной влажности почвы, обеспечивающая высокую продуктивность многолетних трав, находится в пределах 70-85 % от полной влагоемкости [3, 22]. Оптимальные влагозапасы в полуметровом слое составляют 70-100 % наименьшей влагоемкости [4, 21]. Верхний предел оптимальной влажности для большинства культур приравнивается к наименьшей влагоемкости и обусловлен доступным минимумом аэрации (15-30%). Величина нижнего предела оптимума не одинакова как в абсолютных показателях, так и по глубине почвенного профиля [19].

Биологический нижний предел оптимальной влажности почвы для многолет-

них трав целесообразно выражать двумя величинами:

а) допустимым минимумом средней за период роста трав влажности;

б) допустимым краткосрочным (в несколько дней) минимумом от влажности верхнего слоя почвы мощностью 0,3 м. При этом значения биологических пределов равны 76 % для средней за период роста трав и 60 % для минимальной влажности пахотного слоя от наименьшей влагоемкости [16]. В связи с различными требованиями культур к влажности почвы проявляется и неодинаковая потребность растений в запасах воды, необходимой для их выращивания [5, 8, 10, 14, 17, 20].

Следовательно, пределы оптимальной влажности почвы имеют достаточно широкий интервал в связи с разнообразием факторов, влияющих на потребность растений во влаге [1, 2, 9]. В условиях лесотундровой зоны Крайнего Севера исследований по влагообеспеченности многолетних трав на песчаных грунтах проведено недостаточно [11, 12].

Цель исследований: установить влияние торфа на влажность песчаного грунта при выращивании многолетних трав.

Материал и методы исследования. Полевой опыт по изучению влажности песчаного грунта заложен в 2015 г. на карьере, расположенном в лесотундро-

вой зоне Ямало-Ненецкого автономного округа [7]. Влажность грунта определяли термостатно-весовым методом еженедельно в течение вегетационного периода на делянках при внесении 500 и 1000 м³/га торфа. Площадь делянок в опыте 62 м², повторность – трехкратная. На опыте беспокровно высевали в оптимальные сроки овсяницу красную сорта Свердловская с нормой посева 60 кг/га.

Результаты исследования. Известно, что многолетние травы предъявляют повышенные требования к влажности почвы в течение всего вегетационного периода [18]. Наличие вечной мерзлоты

на небольшой глубине от поверхности накладывает отпечаток на характер формирования влажности почвы [6]. Исследованиями установлено, что влажность почвы при наличии мерзлоты определяется количеством влаги, расходуемой на испарение почвой и растениями, с одной стороны, и количеством осадков в весенне-летний период и влагой, поступающей от таяния мерзлой толщи - с другой.

В годы исследований количество осадков в течение вегетационного периода существенно отличалось от средне-многолетних значений за исключением 2016 г. (табл. 1).

Таблица 1 – Среднедекадное количество осадков в течение вегетационного периода в годы исследований (по данным м. с. г. Салехарда)

Месяц	Декады	Годы			Среднее за 3 года	Средне - многолетние
		2016	2017	2018		
Июнь	I	4,5	30,6	25,7	20,3	16,0
	II	11,6	20,0	15,2	15,6	18,0
	III	38,0	19,9	0,0	19,3	21,0
	За месяц	54,1	70,5	40,9	55,2	55,0
Июль	I	6,5	14,7	0,0	7,1	20,0
	II	40,9	18,1	3,5	20,8	23,0
	III	14,8	11,8	31,0	19,2	22,0
	За месяц	62,2	44,6	34,5	47,1	65,0
Август	I	2,4	16,7	8,9	9,3	17,0
	II	32,7	1,6	15,1	16,5	20,0
	III	10,7	25,0	19,3	18,3	24,0
	За месяц	45,8	43,3	43,3	44,1	61,0
Сентябрь	I	28,1	11,4	21,4	20,3	23,0
	За вегетацию	190,2	169,8	140,1	166,7	204,0

В 2016 г. осадков выпало на 13,8 мм меньше нормы (6,8%). Можно предположить, что в 2016 г. для многолетних трав, в целом, ситуация складывается благополучно. Но это не так. К такому выводу приходишь на основе анализа распределения выпавших осадков на протяжении вегетационного периода. Так, две декады июня 2016 г. были засушливыми, особенно первая, когда выпало всего 28,1 % нормы осадков. Напротив, в конце месяца превышение осадков к норме составило 17 мм (80,9 %). В июле осадки также выпадали неравномерно. Особенно

сухо было в первую декаду, когда вместо 20 мм выпало только 6,5 мм (32,5 %). Основное количество осадков поступило во вторую декаду месяца (177,8 % нормы). Близкая к этой ситуация наблюдалась и в августе. В 2017 г. почти половина (41,5 %) средневегетационной нормы осадков выпала в первый месяц вегетации многолетних трав. На протяжении всего июля 2017 г. осадков по декадам было меньше нормы, соответственно, на 26,5-21,3-46,4 %. В первую и третью декады августа количество осадков соответствовало среднемноголетней норме. Во вто-

рую декаду этого месяца дефицит осадков к норме был максимальным за всю вегетацию (92 %). В течение вегетационного периода 2018 г. зафиксировано минимальное количество осадков – 68,7% к норме. Следует отметить, что на протяжении третьей декады июня и первой июля осадков не было вообще. Во вторую декаду июля выпало 3,5 мм вместо 23 мм по норме. Можно сказать, что осадки отсутствовали практически на протяжении месяца, что не могло не отразиться на росте и развитии многолетних трав. Максимальное количество осадков (140,9% к норме) в течение вегетационного периода выпало в третью декаду июля. Неравномерное выпадение осадков позволило нам установить их влияние на формирование влажности песчаного грунта под многолетними травами.

Наши исследования подтвердили, что

влажность нарушенных грунтов в значительной степени зависит от количества осадков в течение вегетационного периода. Например, в течение вегетационного периода 2016 г. запасы влаги в слое 0-40 см на делянках с внесением 500 м³/га были максимальными, что обусловлено выпадением 190,2 мм осадков (93,2 % среднемноголетней нормы). Напротив, минимальные запасы влаги определены в 2018 г., когда за вегетацию многолетних трав выпало всего 140,1 мм (68,7 % нормы). В среднем за вегетационный период коэффициент корреляции между запасами влаги в грунте на делянках с внесением 500 м³/га торфа и осадками составил: 2016 г. – 0,93; 2017 г. – 0,70; 2018 г. – 0,58. Влажность грунта все годы была значительно ниже оптимальных значений для роста и развития многолетних трав (табл. 2).

Таблица 2 – Запасы влаги в песчаном грунте под многолетними травами в зависимости от нормы торфа, мм

Глубина, см	Годы						Среднее за 3 года	
	2016		2017		2018			
	1	2	1	2	1	2	1	2
0-10	15,7	19,9	13,8	15,6	11,4	13,2	13,6	16,2
10-20	12,7	15,4	8,6	11,1	5,5	7,0	8,9	11,2
20-30	11,0	15,5	6,2	7,4	4,2	7,7	7,1	10,2
30-40	12,8	15,1	6,7	8,2	4,2	8,1	7,9	10,5
0-40	52,2	65,9	35,3	42,3	25,3	36,0	37,5	48,1

Примечание: 1- норма торфа 500 м³/га; 2 - норма торфа 1000 м³/га

С практической стороны важно рассмотреть запасы влаги не только в целом за вегетацию многолетних трав, но и по фазам их развития. Влажность корнеобитаемого слоя песчаного грунта под влиянием осадков изменялась от верхнего предела оптимальности в начале вегетационного периода (0,74 – 0,88 НВ) до ее существенного дефицита в июле (0,31 – 0,46 НВ). Дефицит влаги сдерживал активный рост многолетних трав, которые в это время находились в фазе выхода в трубку-колошение. Во вторую половину вегетационного периода запасы пополнялись за счет осадков на 15 – 20%. Необходимо отметить, что в засушливые периоды, когда осадки отсутствовали полторы-две недели, влажность грунтов снижа-

лась до 0,2-0,3 НВ. Резкие колебания влажности грунтов характерны не только в целом за вегетационный период, но и в течение короткого срока. Одной из важных причин неустойчивого режима влажности грунтов является низкая влагоёмкость, обусловленная легким гранулометрическим составом (табл. 3).

Общим для всех лет исследований является то, что влажность грунтов перед промерзанием была близка к наименьшей влагоемкости. Связано это с близким залеганием мерзлоты (0,6 - 0,8 м) и выпадением осенних осадков.

Мерзлота в условиях Крайнего Севера оказывает существенное влияние на режим влажности грунта, она является ее регулятором.

Таблица 3 – Запасы влаги в песчаном грунте в течение вегетационного периода под многолетними травами, мм

Годы	Глубина, см	Месяц						Среднее за вегетацию	
		июнь		июль		август		1	2
		1	2	1	2	1	2		
2016	0-10	20,9	23,6	7,4	15,4	18,7	20,6	15,7	19,9
	10-20	18,4	20,5	8,4	12,0	11,4	13,7	12,7	15,4
	20-30	14,1	18,3	9,0	13,2	9,8	14,9	11,0	15,5
	30-40	15,5	18,3	12,3	13,4	10,5	13,5	12,8	15,1
2017	0-10	17,6	18,5	11,0	12,9	12,9	15,4	13,8	15,6
	10-20	14,7	17,5	5,9	10,2	5,1	5,7	8,6	11,1
	20-30	11,0	12,6	4,3	6,3	3,2	3,4	6,2	7,4
	30-40	11,1	14,6	4,9	5,0	4,2	4,9	6,7	8,2
2018	0-10	17,6	19,9	7,8	8,8	8,7	11,0	11,4	13,2
	10-20	10,9	12,3	3,0	4,6	2,7	4,0	5,5	7,0
	20-30	9,5	12,6	1,9	6,1	1,2	4,3	4,2	7,7
	30-40	8,4	14,2	2,7	6,7	1,5	3,4	4,2	8,1
Среднее за 3 года	0-10	18,7	20,7	8,7	12,4	13,4	15,7	13,6	16,2
	10-20	14,7	16,8	5,8	8,9	6,4	7,9	9,0	11,2
	20-30	11,5	14,5	5,1	8,5	4,7	7,5	7,1	10,2
	30-40	11,7	15,7	6,6	8,4	5,4	7,3	7,9	10,5

Примечание: 1- торф 500 м³/га; 2 - торф 1000 м³/га

Во время отсутствия осадков мерзлота является барьером для передвижения влаги в низлежащие слои. На границе оттаявшего слоя и мерзлоты влажность не опускается ниже 0,4 - 0,5 НВ, обеспечивая растения влагой на удовлетворительном уровне. При большом количестве (10 и более мм) выпадающих атмосферных осадков и близком залегании мерзлоты к поверхности (0,2-0,3м) влажность корнеобитаемого слоя (0,2 м) возрастает до верхнего предела оптимальных запасов, несмотря на легкий гранулометрический состав грунтов.

На варианте опыта с внесением 500 м³/га торфа максимальное содержание влаги наблюдается вверху (0 - 10 см). В среднем за 3 года исследований это выглядит следующим образом. Если принять влажность грунта на глубине 0 - 10 см за 100%, то на глубине 10 - 20 см она составит 80,1%; 20 - 30 см - 70,1%; 30 - 40 см – 81,5%. Полученные результаты косвенно свидетельствуют о высокой влагоемкости торфа. Торф, задерживающий влагу в корнеобитаемом слое, создает более бла-

гоприятные условия для появления всходов, роста и развития многолетних трав. Учеты густоты стояния и сухой массы многолетних трав в течение 3 лет подтвердили этот вывод.

Увеличение нормы внесения торфа с 500 до 1000 м³/га обеспечило существенное повышение запасов влаги в слое 0 - 40 см. В среднем за 3 года запасы влаги в этом слое увеличились на 10,5 мм (27,9%). По годам прибавка влаги значительно изменялась: 2016 г. – 13,7 мм (26,2%); 2017 г. – 7,0 мм (19,8 %); 2018 г. – 10,7 мм (42,3 %). Если оценивать в абсолютных величинах, то максимальная прибавка запасов влаги – 13,7 мм получена в 2016 г., когда осадков выпало почти среднемноголетняя норма. Это указывает на хорошую влагоудерживающую способность торфа. Однако высокая норма торфа (1000 м³/га) обеспечила наибольшую прибавку запасов влаги по всему слою 0 - 40 см в острозасушливый вегетационный период 2018 г., которая составила 42,3 % по сравнению с нормой торфа 500 м³/га. Следовательно, положи-

тельное действие торфа особенно заметно проявляется в годы с недостатком осадков.

Сравнительная оценка запасов влаги по профилю грунта позволила выявить некоторые особенности на вариантах с различными нормами торфа. Так, на делянках опыта, где вносили торф нормой 1000 м³/га, в относительно влажный 2016 г. в слое 0 - 10 см запасы влаги были на 4,2 мм (26,7 %) больше, чем на фоне 500 м³/га. В острозасушливый 2018 г. различия по запасам влаги в слое 0-10 см сократились, но все равно остались на уровне 15,8 %. Максимальное различие по запасам влаги между вариантами с нормами торфа установлено на глубинах 20 - 30 см (2,3 мм – 89 %) и 30 - 40 см (2,4 мм – 260 %).

Выводы: 1. Наличие вечной мерзлоты на небольшой глубине от поверхности накладывает отпечаток на характер формирования влажности грунта. При близком залегании мерзлоты к поверхности влажность грунтов под влиянием осадков изменяется в течение вегетационного периода от переувлажнения в ранневесенний и осенний периоды до острого дефицита влаги летом (около 0,2-0,3 НВ в 0,4 м слое). Неустойчивость режима влажности грунтов во многом обусловлена низкой влагоемкостью из-за легкого гранулометрического состава.

2. Влажность песчаных грунтов в значительной степени зависит от количества осадков в течение вегетационного периода. При отсутствии осадков многолетние травы частично обеспечиваются влагой, поступающей от таяния мерзлой толщи. Под многолетними травами в корнеобитаемом слое практически всегда сохраняется высокая емкость поглощения осадков (15 - 25 мм), поэтому под ними не бывает длительного переувлажнения.

3. Увеличение нормы внесения торфа в песчаный грунт с 500 до 1000 м³/га повышает запасы влаги в слое 0 - 40 см на 10,5 мм (27,9%). Максимальная прибавка запасов влаги 13,7 мм получена в год наибольшего выпадения осадков (2016 г.), что подтверждает высокую влагоемкость торфа.

Библиографический список

1. Банданова А.В., Бутуханов А.Б. Изменение величины и качества урожая коостреца безостого по фазам развития // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 9 (150). – С. 19-26.
2. Емельянов А.М., Емельянова Л.К. Динамика продуктивной влаги в зернопаровом севообороте сухой степи Бурятии // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова, 2019. – № 1 (54). – С. 25-35.
3. Жилинский И.И. Очерк гидротехнических работ в районе Сибирской жел. дор. по обводнению переселенческих участков в Ишимской степи и осушению болот в Барабе. 1895-1904 [Электронный ресурс] / сост. ген.-лейт. И.И. Жилинским при участии чинов Гидротехн. партии: инж. пут. сообщ. В.Ф. Важеевского, горн. инж.: И.П. Кравцева [и др.]. - Электрон. текстовые дан. - Санкт-Петербург : [б. и.]. 1907 (2013). - [2]. IX. 829 с.
4. Зайдельман Ф.Р., В.Г. Закс. Водный режим и особенности мелиорации легких почв полесских ландшафтов // Почвоведение. – 1972. – № 1.
5. Игловиков А.В. Биологическая рекультивация карьеров в условиях Крайнего Севера: дис...кандидата сельскохозяйственных наук. – Барнаул, 2012.
6. Игловиков А.В. Биологическая рекультивация карьеров в условиях Крайнего Севера. Saarbrücken, 2012. – 120 с.
7. Игловиков А.В., Санникова Н.В., Денисов А.А. Гранулометрический состав нарушенных грунтов и вновь осваиваемых земель Крайнего Севера / Современные научно-практические решения в АПК: Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. – 2017. – С. 481-493.
8. Игловиков А.В., Денисов А.А. Динамика развития искусственно созданного растительного покрова в условиях Крайнего Севера после проведения биологического этапа рекультивации // Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. – 2014. – № 3 (26). – С. 57-61.
9. Игловиков А.В., Денисов А.А. Изучение и оценка технологии рекультивации нарушенных земель в условиях Крайнего Севера / Сборник статей II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции "Современные научно-практические решения в АПК". – Государственный аграрный университет Северного Зауралья. – 2018. – С. 14-19.

10. Игловиков А.В., Тихановский А.Н. Новые технологии биологической рекультивации земель для Крайнего Севера / Приоритетные направления развития науки и технологии: Доклады X Всероссийской научно-технической конференции. – 2011. – С. 55-56.

11. Игловиков А.В. Новые технологии биологической рекультивации нарушенных земель в условиях Крайнего Севера / Природно-техногенные комплексы: современное состояние и перспективы восстановления: сборник материалов международной научной конференции. – 2016. – С. 101-107.

12. Игловиков А.В. Приемы оптимизации водно-теплового режима нарушенных грунтов в условиях Крайнего Севера // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2017. – Т. 47. – № 5 (258). – С. 23-32.

13. Калинин В.М., Моторин А.С. Водный баланс и режим осушенных низинных торфяников Западной Сибири. – Новосибирск, 1995. – 175 с.

14. Клименко А.И., Бишоер Э.А. Динамика влагозапасов в активном слое почвы в связи с ее осушением / Вопросы мелиорации земель Новосибирской области. – Л.: Лениздат, 1971. – С. 101-114.

15. Макаров Б.Н. Газовый режим почвы. - М.: Агропромиздат, 1988. - 103, [2] с.

16. Михальцевич А.И., Забелло Д.А., Бельский Б.Б. Нижний предел оптимальной для многолетних трав влажности мелкозалежных торфяников Белорусского Полесья. – Минск: БелНИИМиВХ, 1972. – С. 54-60.

17. Моторин А.С., Игловиков А.В. Особенности гидротермических условий нарушенных грунтов Крайнего Севера в связи с их биологической рекультивацией // Аграрный вестник Урала. – 2012. – № 6 (98). – С. 66-70.

18. Моторин А.С., Игловиков А.В. Оценка состава органического вещества осушаемых торфяных почв Северного Зауралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 6 (74). – С. 12-15.

19. Моторин А.С. Плодородие выработанных торфяников Северного Зауралья / Природно-техногенные комплексы: современное состояние и перспективы восстановления: сборник материалов международной научной конференции. – 2016. – С. 168-173.

20. Моторин А.С., Игловиков А.В. Развитие искусственно созданного на биологичес-

ком этапе рекультивации фитоценоза в условиях Крайнего Севера // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2015. – № 6 (247). – С. 50-56.

21. Моторин А.С. Торфяные почвы Западной Сибири и их плодородие. // Государственный аграрный университет Северного Зауралья. НИИСХ Северного Зауралья - филиал ТюмНЦ СО РАН. – Новосибирск, 2019. – 336 с.

22. Новохатин В.В. Мелиорация болотных ландшафтов Западной Сибири: монография. / Серия Приоритетные национальные проекты "Образование", 2008. – 199 с.

23. Стариков Х.Н. Новая книга о природоохранных мелиоративных режимах // Мелиорация и водное хозяйство. – 2006. – № 4. – С. 24.

1. Bandanova A.V., Butukhanov A.B. Change in the size and quality of the crop of boneless stalk by the phases of development. *Vestnik KrasGAU*. 2019. No 9 (150). pp. 19-26 [in Russian]

2. Emelyanov A.M., Emelyanova L.K. Dynamics of productive moisture in the grain-steam crop rotation of the dry steppe of Buryatia. *Vestnik Buryatskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii im. V.R. Filippova*. 2019. No. 1 (54). pp. 25-35 [in Russian]

3. Zhilinsky I.I. An outline of hydrotechnical works in the area of the Siberian railway. on irrigation of resettlement areas in the Ishim steppe and drainage of swamps in Barab. 1895-1904 [Electronic resource]. Comp. gen. - leit. I. I. Zhilinsky with the participation of the ranks of Hydraulic Engineering. parties: eng. put. message. V.F. Bagaevskogo, horn. eng.: I.P. Kravtsev [and others]. St. Petersburg. [b. i.], 1907 (2013). - [2], IX, 829 p. [in Russian]

4. Zaydelman F.R., Zaks V.G. Water regime and features of reclamation of light soils of Polesky landscapes. *Pochvovedenie*. 1972. No1 [in Russian]

5. Igllovikov A.V. Biological recultivation of quarries in the conditions of the Far North. Candidate's dissertation. Barnaul. 2012 [in Russian]

6. Igllovikov A.V. Biological recultivation of quarries in the conditions of the Far North. Saarbrücken. 2012. 120 p. [in Russian]

7. Igllovikov A.V., Sannikova N.V., Denisov A.A. Granulometric composition of disturbed

soils and newly developed lands of the Far North. Collection of articles of the All-Russian Sci. and Pract. Conf. "Modern scientific and practical solutions in the agro-industrial complex". 2017. pp. 481-493 [in Russian]

8. Iglovikov A.V., Denisov A.A. Dynamics of the development of artificially created vegetation cover in the conditions of the Far North after the biological stage of recultivation. *Vestnik Gosudarstvennogo agrarnogo universiteta Severnogo Zauralya*. 2014. No 3 (26). pp. 57-61 [in Russian]

9. Iglovikov A.V., Denisov A.A. Study and evaluation of the technology of recultivation of disturbed lands in the conditions of the Far North. Collection of articles of the II All-Russian (national) Sci. and Pract. Conf. "Modern scientific and practical solutions in the agro-industrial complex". State Agrarian University of the Northern Trans-Urals. 2018. pp. 14-19 [in Russian]

10. Iglovikov A.V., Tikhonovskiy A.N. New technologies of biological land recultivation for the Far North. "Priority directions of development of science and technology": reports of the X All-Russian Sci. and Tech. Conf. 2011. pp. 55-56 [in Russian]

11. Iglovikov A.V. New technologies of biological recultivation of disturbed lands in the conditions of the Far North. "Natural and technogenic complexes: current state and prospects of restoration": collection of materials of Int. Sci. Conf. 2016. pp. 101-107 [in Russian]

12. Iglovikov A.V. Techniques for optimizing the water-thermal regime of disturbed soils in the conditions of the Far North. *Sibirskiy vestnik selskokhozyaystvennoy nauki*. 2017. Vol. 47. No 5 (258). pp. 23-32 [in Russian]

13. Kalinin V. M., Motorin A. S. Water balance and regime of drained lowland peat bogs of Western Siberia. Novosibirsk. 1995. 175 p. [in Russian]

14. Klimenko A. I., Bischoer E. A. Dynamics of moisture reserves in the active layer of the

soil in connection with its drainage. Issues of land reclamation in the Novosibirsk region. L. Lenizdat. 1971. pp. 101-114 [in Russian]

15. Makarov B.N. Gas regime of the soil. Moscow. Agropromizdat. 1988. 103 p. [in Russian]

16. Mikhaltsevich A.I., Zabello D.A., Belsky B.B. The lower limit of optimal humidity for perennial grasses in small-scale peat bogs of the Belarusian Polesie. Minsk. 1972. pp. 54-60 [in Russian]

17. Motorin A.S., Iglovikov A.V. Features of hydrothermal conditions of disturbed soils of the Far North in connection with their biological recultivation. *Agrarnyy vestnik Urala*. 2012. No 6 (98). pp. 66-70 [in Russian]

18. Motorin A.S., Iglovikov A.V. Assessment of the composition of organic matter of drained peat soils of the Northern Trans-Urals. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2018. No 6 (74). pp. 12-15 [in Russian]

19. Motorin A.S. Fertility of the developed peat bogs of the Northern Trans-Urals. Proc. of Int. Sci. Conf. "Natural and man-made complexes: the current state and prospects for restoration". 2016. pp. 168-173 [in Russian]

20. Motorin A.S., Iglovikov A.V. Development of an artificially created phytocenosis at the biological stage of recultivation in the conditions of the Far North. *Sibirskiy vestnik selskokhozyaystvennoy nauki*. 2015. No 6 (247). pp. 50-56 [in Russian]

21. Motorin A. S. Peat soils of Western Siberia and their fertility. Novosibirsk, 2019. 336 p. [in Russian]

22. Novokhatin V.V. Melioration of swamp landscapes of Western Siberia. Tyumen, 2008. Ser. The priority national project "Education". 199 p. [in Russian]

23. Starikov Kh.N. New book on environmental meliorative regimes / *Melioratsiya i vodnoye khozyaystvo*. 2006. No 4. 24 p. [in Russian]